

CIÊNCIA E TECNOLOGIA NO BRASIL:

A CAPACITAÇÃO BRASILEIRA PARA A PESQUISA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

Simon Schwartzman (coord.)
Antônio Paes de Carvalho
Antônio C. Paiva
Carlos J. P. de Lucena
Eduardo Krieger
Fábio Wanderley Reis
Fernando Galimbeck
Geraldo L. Cavagnari Filho
João Lúcio Azevedo
José M. Riveros
Oswaldo Luiz Ramos
Sandoval Carneiro Jr.
Sérgio M. Rezende
Sônia M. C. Dietrich
Umberto G. Cordani
Walzi C. Sampaio da Silva



Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
FAPESP



Ciência e Tecnologia no Brasil: a Capacitação Brasileira para a Pesquisa Científica e Tecnológica

Volume 3

Simon Schwartzman (coord.)

Antônio Paes de Carvalho

Antonio C. Paiva

Carlos J. P. de Lucena

Eduardo Krieger

Fábio Wanderley Reis

Fernando Galembeck

Geraldo L. Cavagnari Filho

João Lúcio Azevedo

José M. Riveros

Oswaldo Luiz Ramos

Sandoval Carneiro Jr.

Sérgio M. Rezende

Sônia M. C. Dietrich

Umberto G. Cordani

Walzi C. Sampaio da Silva



FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS
EDITORA

ISBN 85-225-0206-4

Direitos desta edição reservados à Fundação Getúlio Vargas
Praia de Botafogo, 190 — 22253-900
CP 62.591 — CEP 22252-970
Rio de Janeiro, RJ — Brasil

Documentos elaborados para o estudo de ciência política realizado pela Escola de Administração de Empresas de São Paulo, da Fundação Getúlio Vargas, para o Ministério de Ciência e Tecnologia, no âmbito do Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PADCT II). As opiniões expressas nestes artigos são de exclusiva responsabilidade dos autores.

É vedada a reprodução total ou parcial desta obra.

Copyright © Fundação Getúlio Vargas

1ª edição — 1996

Coordenador do projeto: Simon Schwartzman

Edição do texto: Lucia Klein

Copidesque: Maria Isabel Penna Buarque de Almeida

Editoração eletrônica: Denilza da Silva Oliveira, Eliane da Silva Torres, Jayr Ferreira Vaz e Marilza Azevedo Barboza

Revisão: Aleidis de Beltrán, Marco Antonio Corrêa e Fatima Caroni

Produção gráfica: Helio Lourenço Netto

Ciência e tecnologia no Brasil: a capacitação brasileira para a pesquisa científica e tecnológica, v. 3 / Simon Schwartzman (coord.). — Rio de Janeiro: Editora Fundação Getúlio Vargas, 1996.
420p.

V.1 publicado em inglês sob o título: Science and technology in Brazil: a new policy for a global world.

1. Ciência e tecnologia — Brasil. 2. Ciência e estado — Brasil. 3. Tecnologia e estado — Brasil. I. Schwartzman, Simon, 1939- I. Fundação Getúlio Vargas.

CDD — 607.281

Sumário

Apresentação VII

A capacitação brasileira para a pesquisa,
Eduardo M. Krieger e Fernando Galembeck 1

Biotecnologia,
Antônio Paes de Carvalho 19

Botânica, ecologia, genética e zoologia,
Sônia M. C. Dietrich 73

Avaliação das ciências sociais,
Fábio Wanderley Reis 93

Computação,
Carlos J. P. de Lucena 123

Engenharia,
Sandoval Carneiro Jr. 149

Física,
Sérgio M. Rezende 177

Physiological sciences (fisiologia),
Antonio C. Paiva 215

Geociências,
Umberto G. Cordani 239

Inteligência artificial,
Walzi C. Sampaio da Silva 263

Pesquisa agropecuária,
João Lúcio Azevedo 287

Pesquisa e tecnologia militar,
Geraldo L. Cavagnari Filho 321

Química,
José M. Riveros 359

Saúde,
Oswaldo Luiz Ramos 389

Computação

Carlos J. P. de Lucena*

1. Uma definição pragmática para a área de computação

Historicamente, o termo “informática” foi introduzido no país em meados dos anos 60, como uma tradução das expressões *computer science* (usada nos EUA) e *computing science* (usada na Inglaterra), tal como ocorreu, anos antes, na França (*informatique*) e na Alemanha (*informatik*). Este é, por exemplo, o motivo pelo qual alguns dos departamentos pioneiros na área, no Brasil, são denominados de informática, quando deveriam ser departamentos de (ciência da) computação.

A generalização do termo informática deveu-se, principalmente, à política de informática implementada no Brasil, de fato, desde 1974 e, por lei, de 1982 até 1992. Esta política procurou reservar o mercado interno de pequenos e médios sistemas digitais da área de informática para empresas e tecnologias nacionais. A interpretação da antiga Secretaria Especial de Informática (SEI), incorporada na legislação para a área, estendeu a definição de informática, que passou a abranger as áreas de microeletrônica e automação industrial.

Não cabe neste relatório uma discussão técnica sobre a abrangência desejável para os conceitos de informática e computação. O que nos fez optar por discutir em separado a área de computação são argumentos bastante pragmáticos.

O amadurecimento científico e tecnológico da área de informática no país (no sentido privilegiado pela SEI), desde meados dos anos 70, levou à criação de várias sociedades científicas, todas elas bastante ativas há vários anos. São elas a Sociedade Brasileira de Computação (SBC), a Sociedade Brasileira de Automática (SBA), a Sociedade Brasileira de Microeletrônica (SBMicro) e a Sociedade Brasileira de Matemática Aplicada e Computacional (SBMAC).

Os especialistas da SBC atuam na área de computação (no Brasil o termo “cientista da computação” não é tão difundido quanto nos EUA), os especialistas da SBA e SBMicro são engenheiros e os da SBMAC são matemáticos. A interpretação da SEI sobre o escopo da área nunca chegou a alterar a organização dos comitês do CNPq e da Capes, que existem desde 1975 e 1980, respectivamente.

Nesses órgãos, os processos de pesquisadores da SBC são encaminhados para o comitê de computação, no CNPq, e para o de informática, na Capes, ambos cobrindo, na prática, as mesmas áreas. Os processos da SBA são encami-

* Departamento de informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. O autor gostaria de agradecer ao prof. Sílvio Lemos Meira, da UFPe, pelas diversas sugestões que foram incorporadas a este trabalho.

nhados para a engenharia elétrica ou mecânica, conforme o caso, os da SBMicro, para a engenharia elétrica e os da SBMAC, para os comitês de matemática. As avaliações de áreas, iniciadas pelo CNPq e tradicionalmente feitas pela Capes, seguem esta mesma sistemática.

A área de computação foi definida de uma forma pragmática, enumerando-se os principais grupos de interesse da SBC, entendidos como aqueles que realizam simpósios anuais independentes. São eles os grupos de: teoria da computação, bancos de dados, arquitetura de computadores, redes de computadores, computação gráfica e processamento de imagens, inteligência artificial, computadores e educação, e engenharia de *software*. Portanto, as referências, nesse texto, aos termos *computação* e *informática* trazem implícitas os significados expostos nesta seção.

2. A área de computação no Brasil

O objetivo desta seção é dar uma visão geral da área de computação no Brasil, através de um breve histórico do setor no país e de uma apresentação das atividades de disseminação científica e tecnológica, que, no caso da computação, são um indicador muito valioso do estágio de desenvolvimento da área no Brasil.

Breve histórico

Os primeiros computadores da América Latina foram instalados simultaneamente no Brasil e na Argentina, e os primeiros programas acadêmicos na área foram iniciados no Brasil na mesma época em que eram implantados nos países do Primeiro Mundo, por volta de 1967. Entre 1960 e 1962, foram instalados computadores na PUC/Rio, na Universidade de São Paulo, no ITA e no IBGE, e já em 1962, foi desenvolvido no ITA o primeiro protótipo de um computador brasileiro (o "Zé" do J. Ripper).

Até o final dos anos 60, as principais universidades do país já dispunham de centros de computação. Os primeiros programas de pós-graduação em computação foram criados a partir de 1967 na PUC-Rio (1967), no Inpe (1968) e na Coppe/UFRJ (1971). No final da década, começaram a ser criados os programas de graduação. O primeiro bacharelado surgiu na Universidade Federal da Bahia, em 1968, e, em 1974, foi criado, pelo MEC, um curso de graduação de curta duração para a formação de tecnólogos em processamento de dados. Esse tipo de graduação se disseminou rapidamente por todo o país.

A atividade de pesquisa em computação começou a ser realizada institucionalmente a partir dos anos 70. Vocações por especialidades na área começaram a surgir, em função da maior vinculação dos novos departamentos à engenharia elétrica ou à matemática. Por exemplo, em 1972, o Departamento de Engenharia Elétrica da USP projetou o minicomputador "Patinho Feio" e, nos dois anos sub-

seqüentes, a USP, em conjunto com a PUC-Rio, desenvolveu o *hardware* e o *software* básico do G-10, o primeiro computador industrial produzido no Brasil.

Em 1972, foi criada a Coordenação das Atividades de Processamento Eletrônico (Capre), com o objetivo de disciplinar a compra de computadores pelos órgãos do governo. A atividade da Capre logo evoluiu para a indução de uma indústria de computadores nacionais, iniciada com a compra, por algumas empresas nacionais, de tecnologias para computadores de médio porte que, nos anos seguintes, foram quase completamente nacionalizadas.

Mais tarde, esse processo de indução viria a ser estendido pela SEI, que criou uma reserva de mercado para microcomputadores, aproveitando um nicho de mercado surgido pelo uso de arquiteturas abertas para computadores pessoais. Em 1982, a reserva de mercado foi institucionalizada pelo prazo de 10 anos, dentro de uma legislação mais ampla para a área de informática. Os resultados da chamada política de informática são muito controvertidos e serão discutidos na seção 4.

Há alguns anos o Brasil conta com, pelo menos, um programa de graduação em computação em cada uma das suas quase 100 universidades. Um número significativo das cerca de 800 faculdades isoladas existentes no país também oferece curso de formação em tecnologia de processamento de dados. Funcionam, hoje, no país, 13 programas de graduação em computação, os melhores deles com nível comparável aos bons programas existentes no exterior.

Disseminação científica e tecnológica

Um aspecto a ser destacado neste trabalho é o dinamismo da comunidade científica da área de computação no Brasil, em termos de sua reciclagem permanente através de eventos estaduais e nacionais da mais variada natureza. Este é considerado um indicador muito importante da atividade científica e tecnológica do setor.

Neste trabalho, as informações a este respeito se restringirão aos eventos de âmbito nacional promovidos pelas comunidades científica e tecnológica, o que, no entanto, não reduz a importância dos seminários e feiras patrocinados pela indústria em caráter esporádico ou regular, como os Congressos Nacionais de Informática (da Sucesu, Sociedade de Usuários de Computadores e Equipamentos Subsidiários) e as Fenasofts.

Eventos da sociedade brasileira de computação

A Sociedade Brasileira de Computação foi criada em 1975, durante a realização da terceira versão de um par de seminários associados chamados Semish (Seminário Integrado de *Software* e *Hardware*) e Secomu (Seminário sobre Computação na Universidade). Este par anual de seminários se transformou no congresso anual da SBC, que até hoje preserva o caráter de uma reunião sobre temas

muito abrangentes. Além de sua conferência anual geral, grupos de interesse dentro da sociedade organizam simpósios nacionais, também anuais, nas seguintes áreas: bancos de dados; arquitetura de computadores; redes de computadores; inteligência artificial; computação gráfica e processamento de imagens; engenharia de *software*; informática e educação.

O mais recente desses simpósios — Informática e Educação — está na sua quarta versão, e o mais antigo — Banco de Dados — na sua nona versão. O que é relevante sobre os simpósios é o cuidado na seleção dos trabalhos. Comitês de programa, em alguns casos internacionais, têm de escolher, em média, um trabalho em cada quatro submetidos. Os simpósios adotam, também, a prática de exigir a introdução das possíveis correções dos *referees* para os trabalhos aceitos, antes da publicação dos anais. Cada simpósio tem contado, em média, com 300 participantes, quase sempre distribuídos em 100 docentes e 200 alunos de pós-graduação.

A Escola de Computação

A Escola de Computação é um evento bienal, promovido pelos principais departamentos e centros de pesquisa em ciência da computação do Brasil, com o objetivo de manter a comunidade acadêmica/científica do país atualizada com o estado-da-arte internacional da área. A Escola de Computação se inspirou no Colóquio Brasileiro de Matemática, da Sociedade Brasileira de Matemática, e é um dos maiores eventos de ciência da computação da América Latina.

Em sua nona edição, a escola esteve, em 1994, sob a responsabilidade do Departamento de Informática da Universidade Federal de Pernambuco, em Recife, e foi incluída como um dos eventos comemorativos do vigésimo aniversário do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação da UFPe.

A escola compreende cursos básicos (geralmente seis) ministrados por cientistas brasileiros e destinados a estudantes dos últimos períodos de cursos de graduação ou dos primeiros períodos de pós-graduação, além de cursos avançados (no nível de PhD).

Para cada curso existe um livro (de até 250 páginas) correspondente, distribuído para todos os participantes. Os autores detêm os direitos autorais sobre o material e recebem algumas cópias gratuitamente.

O evento conta, também, com uma série de palestras proferidas por especialistas internacionais de diferentes áreas. Importantes personalidades da pesquisa científica em computação apresentam palestras e minicursos.

A frequência às últimas escolas de computação variou entre 300 e mil participantes. Em 1994, e dos cerca de 600 participantes para a escola, aproximadamente 200 (brasileiros) receberam auxílio para despesas com passagem e/ou estada.

O comitê de programa da escola seleciona os cursos básicos baseado em propostas de livros submetidos pelos possíveis autores, descrevendo o conteúdo,

bibliografia de apoio, plano de curso para uma série de cinco aulas de, no máximo, 90 minutos de duração cada uma, e *curriculum vitae* dos autores. Para a nona escola, foram submetidas 28 propostas.

As Ebais

As Ebais (Escolas Brasileiro-Argentinas de Informática) podem ser consideradas como versões binacionais das Escolas Brasileiras de Computação, e fazem parte do Programa Brasileiro-Argentino de Informática (Pabi). No início, tinham uma periodicidade anual, mas, atualmente, são realizadas a cada dois anos (sem interferir com as Escolas de Computação), no Brasil ou na Argentina, alternadamente.

Em 1993 as Ebais já estavam em sua quinta versão e já haviam 2 mil alunos (mil de cada país). Havia sido publicados 36 livros originários das quatro Ebais realizadas.

Existem algumas diferenças importantes entre as Ebais e as Escolas de Computação. Em primeiro lugar, nas Ebais são utilizados professores dos dois países, uma vez que a responsabilidade pelos cursos é dividida entre eles. Em segundo lugar, existem cursos convencionais e laboratórios.

Laboratórios são cursos práticos em tempo integral, realizados durante as Ebais, nos quais alunos dos dois países desenvolvem cooperativamente um projeto de pesquisa e desenvolvimento (por exemplo, engenharia de *software*).

Entretanto, os projetos não começam do zero. No ano que precede cada Ebai, auxiliares de ensino de professores de ambos os países preparam o material para o projeto (manuais e protótipos de *hardware* e de *software*), que será usado de forma intensiva durante as duas semanas da escola.

As Ebais, que, no início, eram uma mistura de cursos convencionais e laboratórios, tendem agora a se concentrar exclusivamente em laboratórios, com uma drástica redução do número de participantes em benefício do aumento de qualidade. As Ebais têm estimulado a pesquisa aplicada nos dois países e cumprido seu objetivo de aproximar as duas comunidades científicas e tecnológicas.

3. Uma avaliação dos programas acadêmicos

Nesta seção, serão apresentados alguns números sobre a pós-graduação e pesquisa em computação no Brasil, uma discussão sobre a pesquisa em computação realizada em institutos e centros de pesquisa, e os resultados da avaliação mais recente feita pela Capes para a área. A idéia, aqui, é trazer ao conhecimento de especialistas de outras áreas do conhecimento o volume de atividades científicas e tecnológicas em computação existente no Brasil, apesar das sucessivas crises econômicas e institucionais que a ciência e a tecnologia no país e a sociedade brasileira em geral vêm atravessando nos últimos anos.

Um pequeno censo da área acadêmica

Os dados quantitativos apresentados nessa seção foram obtidos no CNPq (1992) e na Capes (Soares et alii, 1992; Ziviani, 1985; Lucena, 1983; Lucena et alii, 1986; Ziviani et alii, 1987; Santos et alii, 1989). De grande utilidade foi o fato de o processo de avaliação da Capes para a área de computação ter criado a tradição de compilar sistematicamente dados sobre os programas de pós-graduação quando das avaliações anuais ou bianuais. O que se pretende aqui é traçar um perfil numérico aproximado da comunidade científica da área de computação na pós-graduação.

A tabela 1 mostra a evolução do total de docentes doutores em todos os programas de pós-graduação da área de computação desde 1984 até 1991 (nos anos em que foi realizada a avaliação da área pela Capes).

Tabela 1
Docentes doutores

Ano	Área			Total
	Computação	Engenharia elétrica	Matemática	
1984	106	33	5	144
1985	112	38	6	156
1986	122	38	6	166
1988	133	—	—	133
1991	221	—	—	221

Nos anos de 1984, 1985 e 1986, os doutores que trabalhavam na área de computação em programas de computação propriamente ditos se vinculavam aos departamentos de engenharia elétrica e de matemática. Já os dados para 1988 e 1991 valem estritamente para a área de computação, o que significa que se usarmos o conceito amplo e nos referirmos a uma área de informática (computação + microeletrônica + automação + matemática computacional) esta área teria, em 1991, aproximadamente 300 doutores (o arredondamento da projeção informal incorpora uma estimativa do número de doutores na área de automação que, em geral, se vinculam a departamentos de engenharia mecânica, e não foram computados na tabela 1).

De acordo com a tabela 1, o número de docentes doutores dobrou em apenas três anos (entre 1988 e 1991), provavelmente em função dos seguintes fatores: o amadurecimento dos programas de doutoramento no país; a ampliação do número de bolsas em meados dos anos 80 (consequência da euforia resultante do desempenho da indústria de informática), e a implantação do programa RHAE para a área de informática.

As tabelas 2 e 3 apresentam, respectivamente, o total de alunos de pós-graduação na área de computação, em programas estritamente de computação, no período 1984-91, nos anos em que foi realizada a avaliação, e o total de titulados na pós-graduação.

Tabela 2
Alunos de pós-graduação (apenas computação)

Ano	Nível		Total
	Mestrado	Doutorado	
1984	633	82	715
1985	694	92	786
1986	563	93	656
1988	635	103	738
1991	1.235	222	1.457

Tabela 3
Titulados de pós-graduação (apenas computação)

Ano	Nível		Total
	Mestrado	Doutorado	
1984	96	7	103
1985	94	9	103
1986	110	7	117
1988	122	7	129
1989	117	9	126
1990	161	13	174
1991	233	20	253

Valem aqui os comentários relativos à tabela 1 sobre o grande salto entre 1988 e 1991. Como se referem a alunos, as tabelas 2 e 3 sugerem um diagnóstico centrado no entusiasmo reinante na indústria local de informática, que até 1987/

88 teve um desempenho excelente, apesar dos fracos resultados alcançados pela economia brasileira desde o início dos anos 80.

A relação abaixo se refere à reciclagem do corpo docente dos programas de pós-graduação (doutoramento e pós-doutoramento no exterior) e indica que, em média, cerca de 25% dos docentes desses programas estão permanentemente reciclando seus conhecimentos (entre 1984 e 1988, um percentual ainda mais alto de docentes passou por uma experiência de reciclagem):

- 1984 — 47;
- 1985 — 47;
- 1986 — 55;
- 1988 — 46;
- 1991 — 57.

A falta de acesso ao número de professores visitantes nos programas na mesma época (que, sabemos, foi muito grande) impede a apresentação de números expressivos indicando o intenso intercâmbio entre a comunidade científica brasileira e a comunidade científica internacional na área de computação.

No que concerne à formação no exterior, a área de computação concentra a maior demanda do CNPq, com 76 pedidos de bolsa de doutorado em 1993, seguida pela física, com 46 pedidos, em uma conjuntura em que, apesar da crise do início dos anos 90, o mercado continuava contratando.

Se esses números se mantivessem estáveis, o Brasil estará recebendo anualmente cerca de 50 doutores formados no exterior, sem contar os cerca de 20 que se formam no país todos os anos. Em outras palavras, seria possível criar dois departamentos de computação ou um instituto de pesquisa nesta área por ano!

É possível que os números acima não impressionem pesquisadores de áreas já consolidadas, como a física e a biologia. No entanto, considerando que computação é uma área muito nova, os números para o Brasil são excepcionais. Por exemplo, os EUA formam cerca de 200 doutores em computação por ano. Portanto, o Brasil forma 10% deste número por ano e ainda recebe outros 25% de doutores por ano dos EUA e da Europa.

Nenhum país do Terceiro Mundo (nem mesmo a Índia, em termos relativos) tem um sistema de pós-graduação e pesquisa comparável. Na América Latina, não é possível sequer fazer comparações, uma vez que nenhum país, nem de longe, se aproxima desses índices.

Os institutos de pesquisa

Embora a maior parte da pesquisa na área de computação seja realizada nos programas universitários de pós-graduação, existem outras instituições onde algum tipo de pesquisa em computação é realizado, como é o caso dos institutos do Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT), do governo de São Paulo, da

Embrapa e de empresas estatais, bem como dos laboratórios de algumas empresas privadas.

Os institutos do MCT são o Centro Tecnológico de Informática (CTI), em Campinas, o Instituto de Pesquisas Espaciais (Inpe), o Instituto de Matemática Pura e Aplicada (Impa) e o Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC). Além desses, faz pesquisa na área de computação o Instituto de Pesquisa Tecnológica (IPT), do estado de São Paulo (o Rio de Janeiro criou o Instituto Politécnico do Rio de Janeiro, IPRJ, que não se desenvolveu). Os principais institutos de empresas estatais são: o Centro de Pesquisas da Petrobras (Cenpes), o Centro de Pesquisas da Eletrobrás (Cepel) e o Centro de Pesquisa e Desenvolvimento da Telebrás (CPqD). Um exemplo de laboratório de empresa privada é o Centro Científico da IBM/Brasil.

Com exceção de um dos institutos do CTI, o Instituto de Computação (o menor dos três desta instituição), e do Centro Científico da IBM, em nenhum dos institutos e centros de pesquisa mencionados a pesquisa em computação é a atividade-fim. Apesar disso, em todas as instituições acima, existem grupos ativos fazendo pesquisa científica e tecnológica em computação, em particular nas áreas de computação gráfica e processamento de imagens, e de engenharia/tecnologia de *software*. Para dar uma idéia da área de especialização de cada um deles, o Impa mantém um programa forte em computação gráfica para visualização em matemática, o Inpe tem a maior concentração de atividades no país em processamento de imagens, e no CPqD estão sendo desenvolvidos os maiores *software* com alto conteúdo tecnológico já produzidos no país (milhões de linhas de código), destinados a telecomunicações.

De uma maneira geral, essas instituições realizam cerca de 10% da pesquisa de computação existente no país, a julgar, por exemplo, pela quantidade de publicações em simpósios da SBC. Cabe, contudo, a ressalva de que a lista de institutos e centros de pesquisa mencionados pode não estar completa.

Por outro lado, já existe um pequeno número de empresas de *software* bem-sucedidas que são *spin-offs* de projetos acadêmicos de pesquisa. Pela própria natureza dos produtos que comercializam, estas empresas precisam continuar a fazer pesquisa para assegurar a seus clientes a evolução dos produtos que fornecem. Este tipo de pesquisa tecnológica em computação não foi contabilizado nos dados apresentados acima.

A avaliação da Capes

A tabela 4 mostra a avaliação realizada pela Capes em 1992, com base em dados para 1991, da pesquisa e pós-graduação em computação no Brasil (Soares et alii, 1992). Análises de avaliações anteriores podem ser encontradas em: Ziviani, 1985; Lucena, 1983 e 1986; Ziviani et alii, 1987; Soares et alii, 1992.

Em nossa opinião, os programas da PUC e da Coppe são os de maior tradição, consolidados há alguns anos, enquanto os da UFRGS, UFMG e UFPe foram

os que mais progrediram desde 1985. De uma maneira geral, os programas mencionados, ao lado dos da Unicamp e da USP-São Carlos têm, indiscutivelmente, padrões de qualidade internacional.

É preciso chamar atenção para o fato de que inúmeras universidades no país estão em processo de criação de programas de pós-graduação na área. Entre aquelas com atividades de recrutamento mais intensas, destacam-se a Unesp, a PUC-SP, a Ufes, a UFF, a UFRN, a UFBA, a UEM e a UFSC.

Tabela 4
Avaliação da Capes (1992)

Instituição/curso	Ano de início		Conceito	
	Mestrado	Doutorado	Mestrado	Doutorado
UFPb Inf.	73			C+
UFPe Inf.	75	92*	A	SC*
UFRJ Eng. S.C.	71	71	A	B+
PUC-RJ Inf.	67	75	A	A
IME S&C	71		C-	
UFMG C. Comp.	74	90	A	SC
UFSCar C. Comp.	88			C
USP-S. Carlos C. Comp.	74			B
Unicamp C. Comp.	77	92*	B	SC*
Inpe Comp. Ap.	68	74	C-	C-
Cefet Inf. Ind.		88		C
UFRGS C. Comp.	73	88	A	SC
UnB C. Comp.	89		D	

* Sem conceito (SC); os dados ainda não constam da tabela da Capes.

4. Uma avaliação das políticas tecnológica e industrial

Poucas áreas tecnológicas no Brasil tiveram a oportunidade de montar programas acadêmicos e de pesquisa simultaneamente à implementação de uma política industrial para o mesmo setor, uma vez que, tradicionalmente, a política industrial não tem estado associada a uma política tecnológica. Segue-se uma apreciação sobre os prós e contras da política brasileira de informática.

Considerações gerais

O carro-chefe da política de informática brasileira — a reserva temporária de um segmento de mercado — terminou, de fato, no início do governo Collor e, de direito, em outubro de 1992. Talvez para justificar a nova política industrial liberal daquele governo, que rompia radicalmente com a tradicional política brasileira de substituição de importações, iniciou-se uma campanha sistemática de desmoralização da “antiga” política de informática. O discurso então em vigor era de que terminara um longo período de obscurantismo e que o país teria condições de, finalmente, conhecer a moderna tecnologia da informática.

Esse é mais um exemplo de como, no Brasil, predominam decisões do tipo “oito ou oitenta”, verdadeiro ou falso. Chamamos a isto a “lei da exclusão do meio” da nossa administração pública.

A política de informática (disposta na Lei nº 172/82) previa a capacitação tecnológica do país neste setor — estratégico para todas as outras indústrias —, e para isto, previa 13 estratégias diferentes, uma das quais era a reserva de mercado. A política industrial liberal prega maior internacionalização da economia e, para isso, prevê sete medidas diferentes: uma delas é a liberalização de importações. No conjunto, tanto a política de informática quanto a nova política industrial têm muitas virtudes. Mas, como no Brasil só se admite uma idéia de cada vez, a política de informática foi resumida praticamente à reserva de mercado, ao passo que, entre os diferentes aspectos da nova política industrial, a ênfase recaiu quase exclusivamente na liberalização de importações. Vale a pena lembrar que o investimento em ciência e tecnologia se inclui tanto entre as 13 estratégias da política de informática quanto entre as sete estratégias da nova política industrial, coisa que jamais havia ocorrido.

Some-se ao mau hábito brasileiro de “uma idéia fixa” a cada momento o tradicional efeito *bandwagon*, pelo qual a maioria segue a idéia da moda. Em função disso, impressiona, recentemente, o volume de críticas desinformadas sobre a antiga política de informática e a quantidade de novos liberais recentemente convertidos do “obscurantismo de um nacionalismo irresponsável”. Esse fenômeno tem sido muito comum no meio científico brasileiro em geral. É certo que a comunidade científica sofreu prejuízos com a política de uma nota só: só reserva. Mas imaginar que o país ficou atrasado em informática e que só agora poderá se desenvolver é, no mínimo, um erro grosseiro.

Antes de passar a uma discussão sistemática da política de informática, vale a pena antecipar nossa opinião sobre reserva de mercado e sobre a política de informática em geral. A reserva cumpriu um papel importante no desenvolvimento tecnológico brasileiro na área de informática: entretanto, pelo menos quatro anos antes do seu término, lideranças políticas, industriais e acadêmicas já discutiam a inevitabilidade de seu fim e a necessidade de uma transição racional que, de acordo com as recomendações, não deveria assumir, logo de início, a forma de uma liberalização total. Participamos desta discussão e deste quase con-

senso através de inúmeros seminários e grupos de trabalho. Quanto à política, expressa em lei, embora muitos a creiam obsoleta, não há dúvida de que ela tem virtudes que precisam ser implementadas, como, a necessidade de investir em ciência e tecnologia, afirmativa com a qual todos concordam no nível de retórica, mas que nunca é colocada em prática.

Uma discussão da política de informática

A principal crítica à política brasileira de informática em vigor de 1975 até 1992 foi feita na seção anterior e pode ser resumida da seguinte forma: política de informática e reserva de mercado operaram como sinônimos. Em outras palavras, muitos outros aspectos importantes previstos na lei não foram implementados ou foram implementados apenas superficialmente. Isto equivale a dizer que tudo se restringiu a uma política industrial e que não foi posta em prática uma política tecnológica.

A idéia, aqui, no entanto, é aprofundar esta análise, discutindo cada uma das principais críticas dirigidas à política de informática:

- a reserva de mercado criou cartórios que não cumpriram o compromisso de desenvolver tecnologia localmente;
- tudo o que foi e é produzido no Brasil são cópias “pioradas” e mais caras de tecnologias desenvolvidas em outras partes do mundo;
- a indústria brasileira de informática nunca investiu em pesquisa;
- durante o período da reserva, outras indústrias e a pesquisa científica em outras áreas que não a de informática (por exemplo, em física e outras áreas de engenharia) tiveram um retrocesso em virtude da falta de acesso a equipamentos mais sofisticados, fabricados no exterior;
- a política de informática foi exclusivamente de *hardware* e ignorou o aspecto de *software* da indústria;
- durante o período da reserva, o país passou ao largo do desenvolvimento tecnológico da informática que ocorria em toda parte do mundo, dando lugar à “Idade Média tecnológica do país”.

Essas questões serão discutidas a seguir.

Cartórios e inexistência de tecnologia

Essa crítica procede e, infelizmente, isto ocorreu em uma escala bastante grande. Talvez um certo nível de “cartorialismo” seja inevitável quando se adota qualquer política protecionista, como foi o caso — bem-sucedido — da indústria japonesa em todas as áreas. Na verdade, este é o preço a ser pago pela conquista da capacitação. No entanto, uma boa fiscalização poderia ter reduzido este “preço” ao mínimo. No “país de uma nota só”, este tipo de crítica na época do “o computador é nosso” era considerada traição à pátria, porque “enfraquecia” a imagem da política.

Felizmente, nem tudo foi assim. Chegamos a fazer uma pesquisa informal entre empresários ligados à Associação Brasileira de Indústrias de Computadores (Abicom) e nos convencemos de que 40% dos seus cerca de 300 sócios eram cartórios, ao passo que 60% deles efetivamente desenvolviam tecnologias. A crítica (e defesa) usual dos empresários, na época, era de que, ao exigir que *tudo* fosse feito no Brasil, a SEI acabou gerando o desespero de alguns que, para sobreviver, passaram a precisar fazer produtos nos quais *nada* era feito no Brasil, incorrendo, mais uma vez, na síndrome do que chamamos a “lei da exclusão do meio”.

Tecnologias eram cópias caras

Este tipo de crítica também tem um componente de verdade, e se aplica mais ao aspecto do preço do que ao da originalidade da tecnologia. A proteção do mercado e a baixa produtividade de algumas empresas geraram preços exagerados. No entanto, já há algum tempo, empresas nacionais que atingiram alto padrão de qualidade demonstraram que, sem os impostos, estavam cobrando preços absolutamente competitivos com o mercado internacional e fornecendo produtos tecnologicamente equivalentes (Microtec, por exemplo).

A questão da cópia revela uma certa ingenuidade por parte de alguns críticos. A reserva de mercado para pequenos sistemas aproveitou exatamente uma fase em que, em todo o mundo, todos se baseavam em arquiteturas abertas. Por exemplo, os PCs fabricados nos EUA, no Japão, na Alemanha, na Inglaterra, na Coreia e no Brasil eram exatamente iguais. Isto permitiu o estabelecimento de uma indústria de *software* em todo o mundo (principalmente, 75%, nos EUA). O MacIntosh, da Apple, é o único exemplo bem-sucedido de uma tecnologia alternativa à arquitetura PC.

Isto não significa que os engenheiros brasileiros de muitas (da maioria) das indústrias de informática não tivessem competência para conceber produtos alternativos, ou até melhores. Presenciamos situações em que protótipos foram desenvolvidos com tecnologia totalmente original e com diversas vantagens sobre os concorrentes, mas não foram levados ao mercado com base na decisão gerencial — provavelmente correta — de que nenhuma empresa brasileira tinha cacife para

impor novos padrões ao mercado. A nossa mensagem neste ponto é a seguinte: afirmar-se que só se fabricavam cópias parece implicar (muitas vezes esta intenção é clara) que, tecnologicamente, não tínhamos competência para fazer coisa melhor, ou seja, que estávamos tecnologicamente atrasados. Isto não é verdade.

O engenheiro médio das indústrias brasileiras de informática tinha — e os que restaram ainda têm — o mesmo padrão técnico dos engenheiros de outros países e, inclusive, trabalhava usando sistemas de desenvolvimento iguais, cuja importação era aprovada pela SEI. Infelizmente, contudo, naquela época, as universidades não tinham acesso ao mesmo tipo de tecnologia usada pela indústria no país.

A indústria brasileira de informática nunca investiu em pesquisa

Isto não é verdade. Aqueles 60% a que nos referimos anteriormente investiram, e muito, em pesquisa tecnológica em suas empresas. O que se pode dizer é que a indústria brasileira de informática — nem mesmo aqueles 60% — nunca teve a clarividência de procurar trabalhar cooperativamente com as universidades. Ao contrário, tiveram uma atitude predadora, fazendo uma concorrência desleal em termos de salários, em uma fase em que os grupos universitários ainda não estavam consolidados e o número de docentes qualificados era muito pequeno. Com a quantidade de docentes que existe hoje e as estimativas para o futuro (ver seção 4) o problema não seria tão grave, embora a universidade ainda não esteja pagando salários dignos.

Na verdade, os raros casos de investimentos em universidades e institutos de pesquisa visaram apenas a promoções institucionais de empresas que chegaram a usar incentivos fiscais para este fim. Este tema nos leva ao famoso art. 22 da Lei de Informática. Por ele, empresas multinacionais instaladas no Brasil deveriam investir 5% de suas receitas em *pesquisa científica e tecnológica* em informática. Mais uma vez, o governo não acompanhou a implementação dessa meta, e os recursos previstos resultaram na distribuição de equipamentos e *software* para universidades, destinados a projetos, no mínimo, discutíveis, servindo, principalmente, para a promoção institucional daquelas empresas. Menos mal se algum investimento foi feito em universidades, mas muito mais poderia ter sido alcançado se o espírito da legislação — investimento em pesquisa — tivesse sido observado. Um fato positivo foi que a obrigação legal levou, por exemplo, a IBM a instalar um centro científico no Brasil, o que dificilmente teria ocorrido de forma espontânea. A política de informática passaria (passará?) a ter um grande mérito quando, por exemplo, a IBM/Brasil ou outras empresas multinacionais forem capazes de argumentar com as suas co-irmãs em todo o mundo que seus centros científicos no Brasil se justificam para toda a organização, em função da possibilidade de aproveitamento da competência tecnológica existente no país.

A indústria e a pesquisa brasileira em geral perderam com a reserva

Este é outro argumento que tem muitos aspectos válidos. Inevitavelmente, ao se estabelecer uma reserva de mercado para tecnologias estratégicas, paga-se um preço enquanto a capacitação tecnológica local não é conquistada. Novamente, é possível minimizar o preço a ser pago, mas a “lei da exclusão do meio” não permitiu que isto fosse feito.

Teria sido possível identificar interesses industriais estratégicos para o país e estabelecer exceções à regra de que *rigorosamente tudo* deveria ser feito no país. Por outro lado, deveria ter sido mantida a livre importação de equipamentos com a finalidade de pesquisa científica e tecnológica e de desenvolvimento real de sistemas e *software* na indústria.

Quando esses argumentos eram levados à antiga SEI, a resposta era que importações eram possíveis nos dois casos. Na prática, contudo, quando um setor industrial demonstrava interesse em importar alguma coisa, sempre surgia uma empresa nacional com a “vaga intenção” de fabricar a mesma coisa, e a importação era bloqueada. No caso de instituições científicas, a burocracia simplesmente inviabilizava a importação. Era como se a presença de tecnologia de ponta na universidade fosse capaz de ofuscar a incipiente tecnologia nacional.

A política de informática foi exclusivamente de *hardware*

Isto é rigorosamente verdade, e foi, por assim dizer, uma falha técnica da política. Não queremos dizer com isto que se justificaria uma “reserva de mercado para *software*” porque, para se promover competência nessa área, a palavra-chave é *fomento*. Estímulos comparáveis aos que foram dados às empresas de *hardware*, além de outros diferenciados (por exemplo, empréstimos muito favorecidos), poderiam ter acontecido. O Estado pode funcionar como investidor de risco em empresas de *software*, gerando grandes contratos para fortalecer a empresa local. Mais do que na área de *hardware*, as chamadas *joint ventures* ou “alianças estratégicas” são indispensáveis na área de *software*. O mercado mundial de *software* compra desenvolvimento em toda parte do mundo. Esse tema será retomado em O cenário internacional, na seção 5.

O período da reserva foi a “Idade Média científica e tecnológica” do país

Deixamos esta questão propositadamente para o final porque ela parece refletir o equívoco mais usual a respeito do estado-da-arte da computação no Brasil. De uma certa maneira, esta pergunta foi sendo respondida a partir da análise de algumas estatísticas (na seção 4) e de algumas das discussões anteriores. Na verdade, usamos a metáfora da Idade Média justamente para recordar um conhecido erro de avaliação da história que foi sendo gradualmente corrigido. O período da reserva não foi, como também não foi a Idade Média, de obscurantismo científico.

O que causa tristeza diante de tantos progressos que a área acadêmica de computação conseguiu nessa época é que isto ocorreu em função apenas das pressões do mercado. A existência abundante de empregos qualificados no mercado trouxe excelentes alunos para todos os programas acadêmicos de computação, forçando o sistema universitário a pressionar os órgãos de fomento para conseguir um apoio mínimo com o objetivo de manter e incrementar programas de qualidade. Isto foi feito quase à revelia, ou apesar, dos governos.

Se, de fato, a política de informática tivesse sido plenamente implementada, teria havido um investimento em ciência e tecnologia neste setor, compatível com a política industrial colocada em prática. Ou seja, se houve resultados positivos, eles poderiam ter sido muito maiores e, até, irreversíveis (a comunidade científica de computação, apesar de fortalecida pela existência de uma indústria local — pelo menos por algum tempo —, ainda é tão frágil quanto qualquer outra no país e pode ser desmantelada sem grande esforço).

É exemplo da paradoxal baixa prioridade dada pelos governos ao desenvolvimento científico e tecnológico na vigência da política de informática, entre 1975 e 1992, o fato de que a informática sempre manteve a mesma posição relativa no orçamento de agências como o CNPq, a Finep e a Capes. Talvez o truque para minimizar o problema da baixa prioridade tenha sido chamar de informática a quase tudo. Mas nem sempre isto foi possível, porque enquanto áreas da engenharia foram apoiadas pelo PADCT, a informática não podia se candidatar a estes recursos porque interesses estranhos ao país não permitiam o apoio à área.

Para concluir esta seção, é possível afirmar que o saldo da reserva de mercado (que aqui confundimos propositalmente com política de informática) foi uma indústria que ainda não acabou de ser sucateada e uma comunidade científica atualizada e muito ativa, capaz de redirecionar a política de informática do país e de implementá-la.

5. Evolução previsível da área de computação no Brasil

O objetivo desta seção é discutir os motivos pelos quais, em todo o mundo, a ênfase da indústria de informática se desloca do *hardware* para o *software*. Há grandes oportunidades para o Brasil neste novo cenário e algumas iniciativas já vêm sendo tomadas no âmbito tanto do governo quanto da iniciativa privada nesta direção.

De uma política de hardware para uma política de software

O cenário internacional

Como já foi dito, a política brasileira de informática, por mais de uma década e meia, foi essencialmente voltada para o *hardware*. Vários motivos con-

correram para isto. Um deles foi que este período coincidiu com o início da estruturação da indústria internacional de *software* e a questão não era, em geral, bem conhecida.

Foi mais fácil convencer o empresário típico de que fabricar equipamentos para um mercado reservado era um negócio mais seguro e compreensível do que investir na inteligência de um grupo de jovens brilhantes que produzem um produto intangível: o *software*. Os empresários atípicos, no caso do *software* — técnicos muito competentes que se tornaram empresários —, começam a surgir agora no país (os donos das duas maiores empresas do mundo nesta área, Microsoft e Borland, satisfazem este perfil). O que se propõe nesta seção é que não se repita um erro do passado, ao inverso. Ou seja, a ênfase no apoio ao *software*, ignorando o *hardware*. Acreditamos que a indústria de *hardware* precisa ser repensada em um novo quadro de parcerias como, de resto, já se discutia em 1990.

No entanto, é necessária a conscientização de que a prioridade deve recair sobre o *software*, sem que isto implique a aplicação da “lei da exclusão do meio”. Vamos refletir por quê.

O *software* é uma tecnologia essencial para todas as áreas do conhecimento. Empresas privadas, governos e outros setores da tecnologia requerem *software* complexo para sua operação. A indústria mundial de computação é, talvez, o negócio mais competitivo da história contemporânea, e seu componente de *software* se tornou a força principal por trás da inovação, tanto em *software* propriamente dito quanto em *hardware*.

Apesar de sua importância, a tecnologia de *software* não está tão estabelecida quanto outras disciplinas da área de computação, e representa um risco industrial considerável. Na verdade, esta tecnologia, que é essencial, está até mais atrasada do que as demais tecnologias da computação. Há um entendimento precário sobre seu processo de desenvolvimento, e faltam ferramentas para reduzir o custos do desenvolvimento, os quais, paralelamente, estão crescendo. No meio tempo, as aplicações de *software* estão se ampliando e se tornando mais complexas, e a demanda por *software* está crescendo em um ritmo que excede em muito a oferta. Por exemplo, em 1990, houve uma escassez de especialistas em *software* estimada em um milhão de pessoas nos EUA, e em 600 mil no Japão.

Existe um consenso de que a causa da chamada “crise do *software*” se deve ao alto custo do produto, à necessidade de uma maior produtividade e à variação da prática. A variação da prática se manifesta de muitas maneiras diferentes. A formação acadêmica dos especialistas que trabalham na indústria varia muito e a prática corrente mostra que a maior parte do tempo gasto no desenvolvimento se concentra na codificação (estudos mostram que a maior concentração de erros em *software* ocorre na fase inicial de especificação).

A variação da prática também se relaciona ao fato de que tecnologias desenvolvidas no ambiente de pesquisa levam muito tempo para serem transferidas para o ambiente industrial (tipicamente, 17 anos entre a idéia original e a sua

comercialização e aceitação pelo mercado). Parte do problema está relacionado à dificuldade de aplicar em problemas reais soluções desenvolvidas para a pequena escala do laboratório (*scaling up*). Estudos recentes, realizados em várias partes do mundo (Lucena, 1993), recomendam uma fertilização cruzada entre a academia e a indústria na área de *software*. Alguns vão ao extremo de apontar o *software* como uma tecnologia que não pode se desenvolver sem esta interação (Computer Science and Technology Board, 1989).

A comunidade científica de computação no Brasil cobre hoje todas as áreas do conhecimento relacionadas ao *software*, embora nem sempre com a massa crítica desejável em uma mesma instituição. Muitos argumentos já foram usados para justificar por que o país deveria investir pesadamente em *software*. Uma coincidência nos levou a elaborar o argumento a seguir. Uma consulta ao *Citation Index* revelou que o Brasil gera cerca de 1% da produção científica mundial (expressa em publicações). Se o país conseguisse também exportar 1% do que é consumido pelo mercado mundial de *software*, este produto seria, de longe, o maior item de exportação do país. Esta analogia merece ser ponderada, porque *software* e publicações têm muitas características comuns. Além disso, o cientista que publica no exterior precisa também entender bastante de *marketing*, quando nada, para conquistar internacionalmente um espaço na sua área. Em outras palavras, não parece ser escasso no país esse tipo de talento para atender as especificações do "mercado" internacional e nele vender uma expressão da produção científica e tecnológica.

Ações relevantes do governo na atualidade: três iniciativas que trazem esperanças para a área de computação

Em situação precária desde os anos 80, a área de ciência e tecnologia ficou virtualmente paralisada desde 1990. Não é de surpreender a inexistência, hoje, de entusiasmo por parte da comunidade científica e a ausência de ações governamentais relevantes. O ministério vive de "apagar incêndios" mensais.

Na área de legislação ainda não existe uma regulamentação da lei de informática que permita, por exemplo, algum planejamento da área tecnológica com base nos incentivos fiscais e obrigatoriedade de investimentos previstos na lei. A legislação sobre *software* simplesmente não caminha.

Existem, no entanto, três iniciativas relevantes para a área de informática que devem ser apoiadas na forma em que se encontram, e que merecem sofrer desdobramentos. A primeira é o novo foco do programa de recursos humanos para áreas estratégicas (RHAÉ), que, para a informática, no momento em que este artigo estava sendo escrito, anunciava que "está tentando criar uma nova cultura de projetos de pesquisa voltados para a transferência tecnológica para a indústria".

É de se supor que isto não ocorrerá exclusivamente através da concessão de tipos variados de bolsas de estudos e que, se acoplado a outras formas de financiamento, poderá redundar em benefícios importantes.

O segundo é o estudo do qual este trabalho faz parte, que pretende reformular o programa PADCT. Desta vez, as prioridades deveriam emergir de dentro para fora do país e definir algum modelo de política tecnológica. A priorização da tecnologia de *software* aqui proposta levanta, mesmo, um aspecto muito importante. Uma política tecnológica para o *software* não se restringe a atividades de engenharia. Ao contrário, ela permite um esforço bem mais amplo do qual a matemática e as ciências naturais naturalmente fazem parte. A absoluta interdisciplinaridade do *software* dá margem, inclusive, à ativação de várias áreas das ciências sociais, das quais a área de gerência é a mais óbvia.

A terceira iniciativa é o projeto Desi (Desenvolvimento Estratégico da Informática). Pela sua importância e abrangência, este projeto será discutido em separado.

O projeto Desi — Desenvolvimento Estratégico da Informática

Em sua forma atual, o projeto Desi é conduzido em parceria pelo CNPq (Diretoria de Projetos Especiais) e pelo Programa de Desenvolvimento das Nações Unidas (Pnud). Este programa tem o mérito geral de combinar projetos surgidos espontaneamente da comunidade científica de computação com:

- um projeto indutor que pretende estimular o surgimento de uma indústria nacional de *software* voltada para a exportação;
- a implantação de uma infra-estrutura nacional de comunicação e computação.

Na nossa opinião, este projeto, descrito a seguir, incorpora a única ação concreta do governo no sentido do desenvolvimento tecnológico da área de informática no país. Hoje, o projeto Desi é o "PADCT" da área de informática. Embora não seja suficiente para desenvolver toda a área, o projeto, como existe hoje, representa uma ação estratégica muito importante.

O projeto Desi é composto por três subprojetos: a RNP, o Protem e o Softex. A RNP e o Protem nasceram espontaneamente da comunidade científica e foram posteriormente associados ao Softex. Historicamente, a RNP é o esforço mais antigo.

A Rede Nacional de Pesquisa (RNP) é uma infra-estrutura computacional baseada na tecnologia de redes de computadores que pretende interligar toda a comunidade de pesquisa científica e tecnológica do país (de todas as áreas) e, por sua vez, interligar a comunidade nacional à comunidade científica internacional. A RNP interliga as redes estaduais de pesquisa que, no seu nível, interligam as instituições estaduais de pesquisa.

Usando a rede é possível, por exemplo, a interação entre cientistas brasileiros de todas as áreas, e a destes com cientistas de todo o mundo, através do correio eletrônico. Torna possível, também, o acesso a bancos de dados internacionais e a repositórios de publicações espalhadas por centenas de universidades em todo o mundo. Os dois exemplos de serviços mencionados já estão disponíveis a todas as unidades de pesquisa no país (departamentos de universidades, por exemplo), que possuam localmente e em seus estados uma infra-estrutura computacional mínima. Brevemente, será também possível o uso de computadores poderosos localizados em alguns pontos do país e no exterior por usuários remotos com poucos recursos computacionais locais.

O Programa Temático Multinstitucional (Protem) é uma iniciativa originária do comitê assessor do CNPq, motivada pela falta de mecanismos semelhantes ao PADCT para a área de informática no Brasil. O CNPq fez um pequeno investimento inicial que permitiu que as principais instituições de pesquisa em computação no Brasil se associassem em torno de temas estratégicos de pesquisa na área e propusessem mais de 100 projetos cooperativos. Se implementado de acordo com a sua concepção original, o Protem pode mudar o patamar de qualidade da pesquisa na área no país. É também ponto fundamental do Protem estimular grupos emergentes a criarem seus programas de pós-graduação, absorvendo os PhDs que estão retornando ao país e aumentando a qualidade e produtividade da pesquisa na área.

O Softex surgiu do reconhecimento de que a exportação de *software* pode vir a ser uma atividade estratégica para o país. Além de dar assistência de maneiras variadas ao atual e ao potencial produtor de *software* sobre como alcançar competitividade no mercado internacional, o Softex se propõe a apoiar diversos núcleos municipais nos quais as indústrias de *software* locais poderão buscar tecnologias atualizadas de desenvolvimento e interação com universidades e institutos de pesquisa.

O projeto Desi integrou os três subprojetos descritos acima para, no prazo de três anos e com um orçamento de US\$27 milhões, produzir o seguinte resultado: a pesquisa em computação, alavancada pelo projeto Protem, deverá ampliar o potencial de cooperação da universidade com a indústria e os núcleos municipais (total previsto de 13), localizados onde as atividades de pesquisa e as atividades industriais são intensas no país, funcionando como integradores de ações entre a universidade e a indústria; a infra-estrutura suprida pela RNP viabilizaria a interação de universidades e destas com a indústria, em projetos cooperativos.

Como pode ser depreendido da descrição dos subprojetos RNP, Protem e Softex, cada um deles é mais geral do que o efeito combinado e restrito ao prazo de três anos do projeto Desi. A RNP já vem explorando o impacto do uso de redes na educação em geral e no desenvolvimento de outras tecnologias (como a genética). O Protem não define restrições sobre a área de informática a ser apoiada (o mérito segundo o julgamento dos pares será o mecanismo de decisão) e, portanto, não deverá ficar restrito à área de *software*. O Softex prevê ações pro-

gramadas em parceria com os municípios e outras agências de fomento (como a Finep), que transcendem sua ação combinada com a RNP e o Protem.

Especificamente, o projeto Desi deverá cuidar de aplicar alguma indução para que seus três subprojetos produzam o sinergismo desejado. Aí reside o maior interesse do Pnud no projeto, uma vez que o modelo que está sendo experimentado no projeto Desi poderá se transformar em um paradigma aplicável a outros países e regiões.

Na seção seguinte serão descritos alguns projetos integradores que pretendem induzir o resultado esperado do projeto Desi.

6. Estratégias para a integração da universidade com a indústria

A existência, hoje, do projeto Desi permite discutir com objetividade como pode ser feita a integração da universidade com a indústria na área de informática, tomando como exemplo a área de tecnologias de *software*, cuja importância para o país foi enfatizada neste trabalho.

Os mecanismos de integração do Desi são projetos que induzem a interligação de seus três subprojetos: RNP, Protem e Softex. Todos têm as características comuns a estes três projetos, já que, depois de um investimento de três anos, eles se transformam em empreendimentos autônomos e autômantidos. Segue-se uma apresentação dos projetos e as justificativas sobre como se dá a integração.

Mestrado cooperativo em tecnologias de software

Motivo

Na Inglaterra e no Canadá, a indústria precisa de especialistas como os que estão sendo formados pelo Software Engineering Institute de Carnegie-Mellon, mas descobriu que nenhuma universidade isolada tem competência para fazer isto sozinha. O projeto Júpiter (Modular Master's Degree in Software Engineering) envolve cerca de 10 universidades inglesas e o consórcio canadense também (Waterloo, Toronto, Queens etc.). Parece claro que um programa como este cabe no Brasil e que tem um impacto direto sobre o Protem e o Softex.

Formato do programa

O que distingue este curso dos cursos "normais" é sua forma de condução, que precisa ser adaptada à disponibilidade de tempo de quem trabalha na indústria. Por exemplo, no Canadá, os cursos terão o seguinte formato: n semanas de estudo prévio, x dias de aula tempo integral, m semanas de tarefas e estudos, y dias de aulas em tempo integral e z semanas para o projeto final. O aluno escolhe o que fazer em cada universidade, baseado em um currículo geral.

A RNP pode fazer muito por este programa, promovendo o contato entre professores e alunos durante os períodos de trabalho individual e dando suporte ao desenvolvimento de projetos de *software* educacional. Os professores que atuam no Protem ensinam sobre o que fazem e têm bons projetos de demonstração para motivar os alunos, enquanto o Softex recebe a mão-de-obra e os projetos/protótipos de que tanto precisa.

Implementação

O Desi financiará a coordenação, a preparação do material didático (importantíssimo nesta modalidade de curso), o *software* para uso em aulas práticas etc. O curso será pago pelas indústrias, eventualmente gerando um lucro que pode ser investido no Protem (em projetos de interesse para o curso, por exemplo).

Transferência de software desenvolvido em universidades brasileiras para o mercado norte-americano

Motivo

Muitas vezes, tecnologias de *software* desenvolvidas por universidades brasileiras são excessivamente sofisticadas para interessar a empresas no país, as quais, em geral, não têm técnicos capazes de dominar a nova tecnologia (muitos projetos do Protem têm estas características). O mercado de *software* produz janelas de oportunidades que aparecem e desaparecem muito rapidamente no tempo, o que implica que, em certas situações, não há tempo para o treinamento dos técnicos das empresas locais.

A solução do problema pode ser a associação de universidades brasileiras a universidades norte-americanas que já disponham de um mecanismo de interface (fundação, instituto etc.) capaz de conectar os distribuidores de *software* locais e que possam se interessar em se associar a uma tecnologia desenvolvida por uma universidade brasileira.

Formato do programa

A coordenação do Desi ficará encarregada de localizar grupos de universidades norte-americanas interessadas neste tipo de associação e de identificar produtos de universidades brasileiras que possam interessá-las.

O que justifica a associação é o fato de que distribuidores norte-americanos de *software* já confiam em que as interfaces criadas pelas universidades locais (institutos, fundações etc.) são capazes de honrar os compromissos de atualização e manutenção do *software* que eles produzem. Estas interfaces, por sua vez, têm competência estabelecida para receber uma tecnologia de *software* sofisticada,

adaptá-la, documentá-la e mantê-la no futuro (tudo com o apoio do grupo de desenvolvimento original no Brasil). Os donos do projeto original e a interface norte-americana negociariam qual a porcentagem do lucro eventual que cada uma receberia (cada caso será diferente). No futuro, o distribuidor americano saberá ir buscar tecnologias na fonte, ou seja, diretamente com o grupo brasileiro.

Implementação

Para que este projeto seja viável, a coordenação do Desi precisa ter condições de pagar bolsas para alunos brasileiros que iriam passar temporadas nas interfaces americanas, e parte do salário de uma ou mais pessoas da interface, que ficariam responsáveis pelo *software* na instituição. Se o projeto tiver sucesso, como as outras iniciativas do Softex, o lucro dos produtos vendidos manterá o sistema em funcionamento. Este custo pode ser minimizado graças à existência da RNP. Este projeto reforça a ação do Softex e estimula a geração de produtos no Protem.

Software para telecomunicações

Motivo

Software para telecomunicações é uma área estratégica em todas as partes do mundo (vide a participação da Telebrás no Desi). Esta área é a que mais tem investido no uso de métodos rigorosos, e até formais, de desenvolvimento de *software*. Em outras palavras, o padrão de qualidade para entrar no mercado internacional nesta área está se tornando muito alto. Este programa visa conduzir projetos-piloto na área de *software* para telecomunicações que sirvam de paradigma sobre como desenvolver *software* de qualidade nesta área.

Formato do programa

A coordenação do Desi entrará em contato com o CPqD e com a Embratel, para procurar desenvolver alguns projetos-piloto. Talvez haja necessidade de formar ou reciclar alguns técnicos dessas empresas. Por outro lado, a coordenação montará uma equipe interdisciplinar formada por especialistas na associação de métodos formais à engenharia de *software* e por especialistas em telecomunicações. Esses especialistas viriam de diversas universidades brasileiras, e os projetos seriam desenvolvidos no CPqD, ou em conjunto com ele.

Implementação

Caberá à coordenação do Desi contratar a equipe de consultores para o CPqD, selecionada junto às universidades brasileiras. O objetivo final é fazer com

que a área de telecomunicações no Brasil passe a produzir *software* com padrões internacionais de qualidade. Novamente, a integração deste programa com a RNP (consultoria à distância), o Softex e o Protem são auto-explicativos.

Generalização

Acima, procuramos ilustrar, através de exemplos concretos, que têm boas chances de ser implementados, como a integração entre a universidade e a indústria pode e deve ser feita na área de informática. Os exemplos são todos da área de *software* porque o Desi, única iniciativa relevante do governo no setor, atua nesta área. O modelo é bastante geral e pode ser adaptado sem dificuldades para a área de *hardware* e de sistemas, na qual *hardware* e *software* são integrados em uma única tecnologia.

7. Conclusões

Este trabalho analisou a área de computação no Brasil sob diversos aspectos. Foram apresentados um histórico da área e indicadores do seu estágio de desenvolvimento no país, uma análise dos programas de pós-graduação e pesquisa, além de projeções informais da capacitação tecnológica do país no setor.

Em função do histórico da área de computação no país, o estudo se deteve na discussão dos méritos e deméritos da política de informática praticada no país desde 1974 até 1990. Há inúmeras lições que foram aprendidas e que deverão criar condições para uma nova fase da política de informática.

Para discutir o futuro da área no país foi necessário destacar a importância estratégica do *software* e descrever o Desi, única iniciativa relevante na área. O Desi articula três subprojetos independentes e de grande potencialidade para produzir resultados bastante específicos no prazo de três anos. Cada um dos três subprojetos isolados — RNP, Protem e Softex — tem enorme potencialidade, devendo ser institucionalizado de forma independente no futuro. Atividades de todos os três são candidatas naturais a uma consideração à época em que o PADCT for reformulado.

Referências bibliográficas

CNPq/Comitê Assessor de Ciência da Computação. *Relatório sobre a área de computação. Subsídios para a elaboração do orçamento do CNPq para 1993*. 1992.

Computer Science and Technology Board (eds.). *Scaling up: a research agenda for software engineering*. National Research Council, 1989.

Lucena, C. J. P. Avaliação da capacitação técnica e científica das instituições de ensino e pesquisa da área de informática. In: XVI Congresso Nacional de Informática. *Anais*. 1983.

———. *Software technology: research, education and technology transfer*. University of Waterloo Computer Science Department, 1993. (Technical Report CS-93-19.)

———; Santos, C. S. dos & Ziviani, N. *Relatório sobre a pós-graduação em informática até o final de 1985*. Capes, 1986.

Santos, C. S. dos; Ziviani, N.; Cunha, P. & Szwarcfitter, P. *Relatório sobre a pós-graduação em informática*. Capes, 1989.

Soares, Luiz F. G.; Lucchesi, Cláudio; Fonseca, Décio; Navaux, Philippe & Bigonha, Roberto. *Avaliação global da área de computação*. Versão preliminar, 1992. (Reunião anual de avaliação, 1992.)

Ziviani, N. *Avaliação dos programas de pós-graduação da área de informática*. Capes, 1985.

———; Lucena, C. J. P.; Santos, C. S. dos & Cunha, P. *Relatório sobre a pós-graduação em informática*. Capes, 1987.